



**PENGARUH LATIHAN FISIK TERPROGRAM
TERHADAP DAYA TAHAN OTOT
PADA SISWI SEKOLAH BOLA VOLI TUGU MUDA SEMARANG
USIA 9-12 TAHUN**

LAPORAN AKHIR PENELITIAN KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan untuk memenuhi tugas dan melengkapi syarat dalam menempuh
Program Pendidikan Sarjana Fakultas Kedokteran

Disusun oleh

ASTRA PARAHITA
G2A 005 030

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2009**

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah disetujui oleh dosen pembimbing, Laporan Akhir Penelitian Karya Tulis Ilmiah atas mahasiswa:

Nama : Astra Parahita
NIM : G2A 005 030
Fakultas : Kedokteran
Universitas : Diponegoro
Bagian : Ilmu Fisiologi
Judul : **PENGARUH LATIHAN FISIK TERPROGRAM
TERHADAP DAYA TAHAN OTOT PADA SISWI
SEKOLAH BOLA VOLI TUGU MUDA SEMARANG
USIA 9-12 TAHUN**

Pembimbing : dr. Hardian

Diajukan untuk memenuhi tugas dan melengkapi persyaratan dalam menempuh Program Pendidikan Sarjana Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

Semarang, 10 Agustus 2009

Pembimbing

dr. Hardian

NIP. 131 875 466

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN AKHIR PENELITIAN KARYA TULIS ILMIAH

Pengaruh Latihan Fisik Terprogram terhadap Daya Tahan Otot pada

Siswi Sekolah Bola Voli Tugu Muda Semarang Usia 9-12 Tahun

Laporan Akhir Penelitian Karya Tulis Ilmiah ini disusun oleh:

ASTRA PARAHITA

G2A 005 030

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Laporan Akhir Penelitian Karya Tulis Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro pada tanggal 26 Agustus 2009 dan telah diperbaiki sesuai dengan saran-saran yang diberikan.

Semarang, 26 Agustus 2009

Penguji,

Ketua Penguji,

Prof. Dr. dr. Hardhono Susanto, PAK(K)
NIP. 130 938 488

dr. Dwi Pudjonarko, M.Kes, Sp.S
NIP. 132 137 931

Pembimbing,

dr. Hardian
NIP. 131 832 234

Pengaruh Latihan Fisik Terprogram terhadap Daya Tahan Otot pada Siswi

Sekolah Bola Voli Tugu Muda Semarang Usia 9-12 Tahun

Astra Parahita¹, Hardian²

ABSTRAK

Latar Belakang: Prestasi atlet voli Indonesia, dengan tolak ukur kemenangan atas berbagai pertandingan, dapat dikatakan belum maksimal walaupun telah banyak teknik dan strategi yang dikembangkan. Daya tahan otot—unsur kesegaran jasmani—pada akhirnya sering menjadi faktor penting meraih kemenangan. Untuk meningkatkan daya tahan otot diperlukan latihan fisik terprogram selama 8-12 minggu. Tujuan penelitian ini adalah membuktikan pengaruh latihan fisik terprogram terhadap daya tahan otot.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental semu dengan pendekatan *Two Group Pretest-Posttest Design*. Pengambilan subjek penelitian dilakukan secara *Simple Random Sampling* berdasarkan kriteria inklusi. Subjek penelitian dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok perlakuan yang mendapat latihan fisik terprogram selama 12 minggu dan kelompok kontrol. Data diambil dari hasil *Push-up Test*. Jumlah *push-up* modifikasi tanpa istirahat yang mampu dilakukan pada minggu ke 0 (*pretest*) dan 12 (*posttest*) dinilai dengan tabel daya tahan otot *Mc Ardle*. Kategori daya tahan otot dianalisa dengan uji χ^2 dan *Mc Nemar*. Semua analisa dilakukan dengan bantuan komputer menggunakan program *SPSS 15.00 for Windows*. Perbedaan dinyatakan signifikan jika $p < 0.05$.

Hasil: Uji χ^2 menunjukkan perbedaan bermakna ($p=0$) antarkelompok pada saat *pretest* maupun *posttest*. Uji *Mc Nemar* menunjukkan peningkatan daya tahan otot pada seluruh subjek kelompok perlakuan dan hasil tidak bermakna ($p=1$) pada kelompok kontrol.

Kesimpulan: Latihan fisik terprogram selama 12 minggu pada anak perempuan usia 9-12 tahun dapat meningkatkan daya tahan otot.

Kata kunci: Latihan fisik terprogram, daya tahan otot

¹ Mahasiswa Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang

² Dosen pengajar Bagian Fisiologi, Universitas Diponegoro, Semarang

The Effects of Programmed Exercise against the Muscle Endurance of Volley Ball School Student of Tugu Muda Semarang on the Age of 9-12 Years Old

Astra Parahita¹, Hardian²

ABSTRACT

Backgrounds: Performance of Indonesia volley ball athletes is not yet maximal. Muscle endurance—element of physical fitness—is an important aspect to win some competitions. Programmed exercise in 8-12 weeks can improve muscle endurance. The aim of this study is to know the effects of programmed exercise against the muscle endurance.

Methods: Study is done with quasi experimental in the Two Group Pretest-Posttest Design. The subjects of this research were taken by Simple Random Sampling base on the inclusion criteria. The subjects were divided into 2 groups, that are experiment group who receive programmed exercise for 12 weeks and control group. Data was obtained from Push-up Test. The number of modified push-up which is done as long as possible with no rest at all at early study (pretest) and 12th week (posttest) is evaluated by Mc Ardle's muscle endurance table. The category of muscle endurance is analyzed by χ^2 and Mc Nemar test. All of analysis is done by SPSS 15.00 for Windows. The distinction is significant when $p < 0.05$.

Results: The χ^2 test shows significant differentiation ($p=0$) between the groups both at pretest and posttest. The Mc Nemar test shows increase of muscle endurance for all students in experimental group and no significant ($p=1$) result in control group.

Conclusion: Programmed exercise for 12 weeks on 9-12 years old girls could increase the muscle endurance.

Key words: Programmed exercise, muscle endurance

¹ Student of Medical Faculty, Diponegoro University, Semarang

² Lecturer of Physiology Department, Diponegoro University, Semarang

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	3
I.3. Tujuan Penelitian.....	3
I.3.1. Umum.....	3
I.1.2. Khusus.....	3
I.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1. FISILOGI OLAHRAGA.....	5
II.2. OTOT RANGKA.....	6
II.2.1. Kontraksi Otot Rangka.....	7
II.2.2. Metabolisme Otot Rangka.....	10
II.3. DAYA TAHAN OTOT.....	13
II.3.1. Tipe Daya Tahan Otot.....	17
II.3.2. Kelelahan Otot.....	18
II.4. LATIHAN FISIK.....	19
II.4.1. Latihan Fisik Terprogram.....	20
II.4.2. Latihan Daya Tahan Otot.....	23
II.4.3. Latihan Fisik Atlet Perempuan.....	28
II.5. TES DAYA TAHAN OTOT.....	29
II.6. KERANGKA TEORI.....	30
II.7. KERANGKA KONSEP.....	30

II.8. HIPOTESIS.....	31
BAB III. METODE PENELITIAN.....	32
III.1. Ruang Lingkup Penelitian.....	32
III.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
III.3. Jenis dan Rancangan Penelitian.....	32
III.4. Populasi dan Sampel Penelitian.....	33
III.4.1. Populasi Target.....	33
III.4.2. Populasi Terjangkau.....	34
III.4.3. Sampel.....	34
III.4.4. Cara Pengambilan Sampel.....	35
III.4.5. Besar Sampel.....	35
III.5. Variabel Penelitian.....	37
III.5.1. Variabel Bebas.....	37
III.5.2. Variabel Tergantung.....	37
III.6. Definisi Operasional.....	38
III.7. Alat dan Cara Kerja.....	39
III.7.1. Alat.....	39
III.7.2. Cara Kerja.....	39
III.8. Alur Penelitian.....	41
III.9. Analisis Data.....	42
III.9.1. Analisis Deskriptif.....	42
III.9.2. Uji Hipotesis.....	42
III.10. Etika Penelitian.....	43
III.11. Jadwal Penelitian.....	43
BAB IV. HASIL PENELITIAN.....	44
BAB V. PEMBAHASAN.....	49
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
VI.1. Kesimpulan.....	53
VI.2. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Kecepatan Pembentukan Daya Maksimum dan Ketahanan tiap Sistem Metabolisme Otot.....	12
Tabel 2.	Definisi Operasional.....	38
Tabel 3.	Kriteria <i>Mc Ardle</i>	38
Tabel 4.	Karakteristik Subjek Penelitian.....	45
Tabel 5.	Hasil <i>Push-up Test</i>	45
Tabel 6.	Kategori Daya Tahan Otot <i>Pretest</i>	47
Tabel 7.	Kategori Daya Tahan Otot <i>Posttest</i>	47
Tabel 8.	Klasifikasi Daya Tahan Otot.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Passing Atas</i>	25
Gambar 2. <i>Passing Bawah</i>	26
Gambar 3. <i>Dribbling</i>	27
Gambar 4. <i>Dumblle</i>	27
Gambar 5. <i>Push-up</i>	40
Gambar 6. Diagram Perubahan Daya Tahan Otot.....	45
Gambar 7. Diagram <i>Error-bar Delta Push-up</i>	46

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Olahraga telah sangat populer di kalangan masyarakat. Beragam motivasi untuk berolahraga, dari sekedar meningkatkan kesegaran jasmani pribadi hingga menjaga martabat bangsa. Tak jarang suatu negara disegani karena prestasinya di bidang olahraga. Cabang olahraga yang saat ini mulai memasyarakat adalah bola voli. Sudah banyak teknik dan strategi yang dikembangkan untuk kemudian diaplikasikan dalam pertandingan, namun hal tersebut masih belum sebanding dengan peningkatan prestasi yang diraih para atlet voli Indonesia.¹

Terdapat 9 unsur kesegaran jasmani yang berhubungan dengan pencapaian prestasi olahraga.²⁻⁴ Dalam pertandingan antar atlet dengan teknik seimbang, sering pada akhirnya kemenangan ditentukan oleh unsur daya tahan (*endurance*). Dapat dikatakan, siapa yang sanggup bertahan lebih lama untuk melanjutkan pertandingan akan keluar sebagai juara. Saat ini ada tendensi seorang pelatih menerapkan pola latihan yang ditujukan meningkatkan daya tahan otot (*muscular endurance*).^{3,5} Daya tahan otot diperlukan untuk menghindari kelelahan berlebihan sehingga atlet mampu menjalani waktu pertandingan yang lebih lama.

Daya tahan otot adalah kemampuan otot atau sekelompok otot rangka untuk meneruskan kontraksi pada jangka waktu yang lama, serta kemampuan pemulihan yang cepat setelah lelah.^{3,6,7} Dalam bola voli dibutuhkan daya tahan otot yang baik untuk tiap individu agar dapat melakukan gerakan-gerakan dasar seperti *service*, *spike*, dan *block* secara optimal.^{8,9} Dengan demikian akan terbentuk suatu tim yang dapat tetap tampil prima sejak awal hingga akhir pertandingan.

Untuk meningkatkan daya tahan otot diperlukan latihan fisik teratur, terukur, dan terprogram dengan memperhatikan kualitas dan kuantitas latihan. Adaptasi fisiologis biasanya dapat terbentuk setelah 8-12 minggu latihan terprogram.² Latihan fisik terprogram untuk tujuan prestasi sebaiknya dimulai sejak anak berusia 6-10 tahun agar efisiensi jaringan, termasuk otot, terbentuk. Latihan daya tahan otot baik diterapkan pada usia anak-anak karena tingkat kesadaran mereka akan kelelahan masih sangat kecil.^{7,10}

Pada tahun-tahun belakangan ini, pertandingan olahraga wanita berkembang pesat.¹¹ Faktor hormonal memegang peranan besar terhadap perbedaan penampilan atlet. Setelah *menarche*, rata-rata usia 13 tahun, penampilan atlet wanita akan relatif bervariasi antarindividu.¹² Hingga saat ini belum banyak penelitian terhadap daya tahan otot atlet wanita, terutama usia *premenarche*. Mengingat hal-hal di atas, penelitian ini dilakukan pada siswi Sekolah Bola Voli Tugu Muda Semarang usia 9-12 tahun.

I.2. Perumusan Masalah

Apakah latihan fisik terprogram pada anak perempuan usia 9-12 tahun selama 12 minggu dapat meningkatkan daya tahan otot?

I.3. Tujuan Penelitian

I.3.1. Umum

Membuktikan pengaruh latihan fisik terprogram terhadap perubahan daya tahan otot.

I.3.2. Khusus

1. Membuktikan adanya peningkatan daya tahan otot setelah latihan fisik terprogram selama 12 minggu.
2. Melihat perubahan tingkat daya tahan otot setelah 12 minggu tanpa latihan fisik terprogram.
3. Menganalisis beda perubahan daya tahan otot kelompok yang melakukan latihan fisik terprogram dengan yang tidak melakukan latihan fisik terprogram.

I.4. Manfaat Hasil Penelitian

1. Menambah referensi mengenai latihan fisik terprogram yang berpengaruh pada perubahan daya tahan otot.
2. Membantu atlet untuk meningkatkan prestasinya melalui peningkatan daya tahan otot.
3. Menjadi masukan bagi para pelatih dalam menentukan program latihan yang akan meningkatkan prestasi timnya.
4. Memberi informasi dasar untuk penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. FISILOGI OLAHRAGA

Kedokteran olahraga merupakan ilmu yang mengolah segala aspek medis dari kegiatan olahraga dan sangat dibutuhkan untuk mendukung atlet mencapai suatu prestasi. Prestasi seorang atlet dapat dicapai jika mampu mencapai perbaikan teknik, perbaikan alat olahraga, dan tingkat kesegaran jasmani yang baik.³ Fisiologi olahraga—bagian dari kedokteran olahraga—mengambil peran dalam penilaian dan pengoptimalan tingkat kesegaran jasmani.

Ditinjau dari segi fisiologi, kesegaran jasmani adalah kemampuan tubuh melakukan penyesuaian terhadap pembebanan fisik yang diberikan (dari aktivitas yang dilakukan) tanpa menimbulkan kelelahan berlebihan. Terdapat 9 unsur yang dapat diukur untuk mengetahui tingkat kesegaran jasmani seseorang, yaitu daya tahan (*endurance*), kekuatan otot (*muscle strength*), daya ledak otot (*muscle explosive power*), kecepatan (*speed*), ketangkasan (*agility*), kelenturan (*flexibility*), keseimbangan (*balance*), kecepatan reaksi (*reaction time*), dan koordinasi (*coordination*).^{2,3,4}

II.2. OTOT RANGKA

Sekitar 40 persen dari seluruh tubuh terdiri dari otot rangka yang dibentuk oleh sejumlah serat otot berdiameter 10-80 mikrometer.^{7,12} Otot rangka bekerja secara volunter.

Ada beberapa bagian dari otot rangka, antara lain jaringan otot, pembuluh darah sebagai penyuplai nutrisi dan oksigen penghasil energi untuk proses kontraksi, saraf sebagai penyalur rangsang dan pengatur kontraksi, serta jaringan ikat.^{7,11,12}

Secara mikroskopis, tiap serabut otot rangka terdiri atas miofibril.^{7,12} Miofibril berisi miofilamen yang terdiri dari pita A (bagian tebal) dan pita I (bagian tipis). Pita A dibentuk oleh protein miosin dan terlihat lebih gelap. Sedangkan pita I yang dibentuk protein aktin terlihat lebih terang. Batas keduanya disebut dengan sarkomen. Sarkomen akan memendek ketika terjadi kontraksi.

II.2.1 Kontraksi Otot Rangka

a. Macam kontraksi

Otot dengan ketahanan yang baik dapat secara maksimum melakukan kontraksi-kontraksi berikut ini:

1. Kontraksi isotonis

Disebut juga kontraksi konsentris atau dinamis. Dalam kontraksi ini terjadi perubahan panjang otot. Kontraksi ini dapat berupa konsentrik (otot memendek) seperti ketika mengangkat barbel, maupun eksentrik (otot memanjang) seperti saat menurunkan barbel.^{7,11}

2. Kontraksi isometris

Disebut juga kontraksi statis. Dalam kontraksi ini tidak terlihat adanya gerakan, seperti ketika mempertahankan sikap tubuh atau mendorong benda.^{7,11}

3. Kontraksi isokinetis

Kontraksi ini ditampilkan pada kecepatan tetap terhadap beban luar yang beragam sebanding dengan tenaga yang digunakan. Hanya dengan alat khusus kontraksi ini dapat terjadi, seperti ekstensi lutut maksimal pada dinamometer isokinetik Cybex.^{7,11}

b. Mekanisme kontraksi

Secara umum, timbul dan berakhirnya kontraksi otot terjadi melalui tahap-tahap berikut:^{7,11,12}

1. Adanya rangsang menyebabkan terjadinya suatu potensial aksi di sepanjang sebuah saraf motorik dan berakhir pada 1 serabut otot.
2. *Vesicle synaps* menyekresi neurotransmitter, yaitu asetilkolin, ke *neuromuscular junction* dalam jumlah sedikit.
3. Asetilkolin bekerja pada membran serat otot untuk membuka Na^+-K^+ channel.
4. Terbukanya Na^+-K^+ channel memungkinkan sejumlah besar ion natrium mengalir ke bagian dalam membran serat otot. Peristiwa ini akan menimbulkan suatu potensial aksi dalam serabut otot.
5. Potensial aksi berjalan sepanjang bagian dalam membran otot dengan cara yang sama seperti potensial aksi di sepanjang saraf motorik.

6. Potensial aksi bagian dalam membran otot menimbulkan depolarisasi dalam membran otot. Pada proses ini terjadi pelepasan sejumlah besar ion kalsium dari retikulum sarkoplasma ke miofibril.
7. Ion kalsium menyebabkan filamen aktin dan miosin tarik-menarik sehingga terjadi gerakan yang sinergis antara keduanya. Keadaan inilah yang disebut dengan kontraksi.
8. Pada waktu bersamaan terbukanya Na^+-K^+ *channel*, sarkolema menyekresi asetilkolin esterase yang akan menyebabkan menutupnya Na^+-K^+ *channel*.
9. Setelah kurang dari satu detik, ion kalsium dipompa kembali ke dalam retikulum sarkoplasma sehingga kontraksi otot terhenti.

Satu aksi (rangsang) hanya akan menghasilkan 1 reaksi (kontraksi). Dengan demikian tidak terjadi kontraksi terus-menerus tanpa disertai fase relaksasi (tetanus).

II.2.2. Metabolisme Otot Rangka

Kemampuan kontraksi otot bergantung pada energi yang yang disediakan oleh ATP.⁷ Jumlah ATP yang tersedia dalam otot, bahkan otot yang terlatih dengan baik, hanya cukup mempertahankan daya otot yang maksimal selama kira-kira 3 detik.¹² Untuk itu dibutuhkan sistem metabolisme agar ATP tetap terbentuk. Terdapat 3 sistem metabolik dasar yang berkaitan dengan durasi aktivitas otot, yaitu:

a. Sistem fosfagen

Energi yang dihasilkan sistem fosfagen merupakan gabungan dari 2 proses. Oleh sebab itu, energi yang dihasilkan sistem ini sangat besar.^{7,11,12}

Proses pertama adalah pemecahan fosfokreatin menjadi ion fosfat dan kreatin. Saat proses pemecahan, dilepaskan energi dalam jumlah besar yang berasal dari ikatan fosfat berenergi tinggi. Energi hasil pemecahan fosfokreatin lebih banyak dibandingkan ATP.^{7,11}

Pada proses kedua, fosfokreatin membentuk ikatan fosfat berenergi tinggi yang mengubah AMP dan ADP menjadi ATP. Setelah itu terjadi pelepasan energi yang disimpan dalam ATP.^{7,11}

b. Sistem glikogen-asam laktat

Sistem glikogen-asam laktat terdiri dari dua tahap yaitu glikolisis dan oksidatif. Prinsipnya, glikogen otot dipecah menjadi glukosa yang kemudian akan digunakan sebagai sumber energi.⁷

Tahap glikolisis merupakan metabolisme anaerobik. Selama tahap ini setiap molekul glukosa dipecah menjadi 2 molekul asam piruvat disertai pelepasan energi untuk membentuk 4 molekul ATP dari tiap molekul glukosa.^{7,11,12}

Tahap oksidatif dimulai dengan masuknya asam piruvat ke dalam mitokondria sel otot. Asam piruvat bereaksi dengan oksigen untuk membentuk lebih banyak molekul ATP. Jika jumlah oksigen tidak mencukupi untuk melangsungkan tahap oksidatif, sebagian besar asam piruvat akan diubah menjadi asam laktat. Asam laktat kemudian berdifusi dari sel otot ke cairan intersisial untuk mengubah AMP menjadi ADP untuk selanjutnya diubah menjadi ATP.^{7,11,12}

c. Sistem aerobik

Pada sistem aerobik terjadi proses oksidasi glukosa, asam lemak, dan asam amino dalam makanan di mitokondria untuk menghasilkan energi. Bahan makanan tersebut akan berikatan dengan oksigen untuk mengubah AMP dan ADP menjadi ATP.^{7,11}

Berikut merupakan perbandingan suplai energi dan ketahanan tiap sistem metabolik:^{7,12}

Tabel 1. Kecepatan Pembentukan Daya Maksimum dan Ketahanan tiap Sistem Metabolisme Otot

Sistem Metabolik	ATP per Menit	Waktu
Sistem fosfagen	4	8-10 detik
Sistem glikogen-asam laktat	2.5	1.3-1.6 menit
Sistem aerob	1	Tidak terbatas (selama nutrisi tersedia)

Dapat dilihat bahwa sistem fosfagen digunakan untuk otot dengan daya ledak selama beberapa detik dan sistem aerobik diperlukan untuk aktivitas yang lama. Sedangkan sistem glikogen-asam laktat dapat menghasilkan energi tambahan dalam jangka waktu menengah.

II.3. DAYA TAHAN OTOT

Salah satu unsur kesegaran jasmani yang sangat penting adalah daya tahan. Dengan daya tahan yang baik, performa atlet akan tetap optimal dari waktu ke waktu karena memiliki waktu menuju kelelahan yang cukup panjang.^{3,5} Hal ini berarti bahwa atlet mampu melakukan gerakan, yang dapat dikatakan, berkualitas tetap tinggi sejak awal hingga akhir pertandingan.

Kekuatan dibutuhkan agar otot mampu membangkitkan tenaga terhadap suatu tahanan.⁵ Sedangkan daya tahan diperlukan untuk bekerja dalam durasi yang panjang. Daya tahan otot sendiri merupakan perpaduan antara kekuatan dan daya tahan.¹³ Daya tahan fisik menghasilkan perubahan-perubahan fisiologi dan biokimia pada otot, sehingga daya tahan secara umum bermanifestasi melalui daya tahan otot.^{7,11}

Daya tahan otot adalah kemampuan otot rangka atau sekelompok otot untuk meneruskan kontraksi pada periode atau jangka waktu yang lama dan mampu pulih dengan cepat setelah lelah.^{6,7} Kemampuan tersebut dapat diperoleh melalui metabolisme aerob maupun anaerob.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat daya tahan otot, anantara lain:

1. Aktivitas fisik

Kekuatan dan ketahanan otot yang sudah dicapai dapat dipertahankan dengan latihan 1 kali seminggu. Setahun tanpa latihan 45 persen kekuatan masih dapat dipertahankan. Sedangkan *bed rest* selama 12 minggu dapat menurunkan kekuatan otot sebesar 40 persen.⁷ Namun demikian, istirahat yang cukup setiap malam dibutuhkan untuk mempertahankan tingkat daya tahan otot.³

2. Kualitas otot

Tiap unit mikroskopis otot mempengaruhi kontraksi otot yang ditimbulkan.⁷ Dengan kontraksi optimal otot akan dapat beraktivitas lebih lama dibandingkan dengan ketika berkontraksi secara maksimal.

3. Kontraksi Otot

Kontraksi berturut-turut secara maksimum akan mengurangi cadangan sumber energi dalam otot.⁷ Lama-kelamaan hal tersebut menyebabkan kemampuan kontraksi otot menurun.

4. *Vascularisasi dan Innervasi*

Vascularisasi berfungsi menyalurkan oksigen dan nutrisi untuk metabolisme penghasil energi.² Semakin banyak pasokan oksigen dan nutrisi, akan semakin banyak energi yang dihasilkan, sehingga otot dapat beraktivitas lebih lama.

Rangsang diterima saraf sensorik, lalu dijalarkan ke pusat, kemudian ke saraf motorik untuk menggerakkan otot. Selama saraf masih mampu menghantarkan impuls, otot akan tetap mampu bergerak ketika ada rangsang.²

5. Kekuatan otot

Kombinasi antara kekuatan dan daya tahan akan menghasilkan daya tahan otot.¹³ Tingkat kekuatan otot berbanding lurus dengan tingkat ketahanan otot.^{7,11,14,15} Misalnya, atlet dengan *bench-press* maksimal 200 pon akan dapat melakukan pengulangan lebih banyak dengan beban 100 pon daripada atlet dengan *bench-press* maksimal 150 pon.

6. Cadangan glikogen

Waktu untuk menuju kelelahan salah satunya ditentukan oleh seberapa banyak cadangan glikogen yang masih mampu diubah menjadi glukosa.¹² Pada akhirnya, glukosa digunakan sebagai energi untuk melakukan aktivitas.

7. Berat badan

Berat badan yang rendah dapat menunjukkan massa otot yang rendah.¹¹ Dengan demikian, metabolisme penghasil energi di otot akan lebih sedikit. Hal ini menyebabkan jumlah cadangan energi untuk aktivitas menjadi lebih kecil.

8. Usia

Pada orang-orang terlatih, ketahanan otot akan terus meningkat dan mencapai ketahanan otot maksimal di usia 20 tahun. Setelah itu, tingkat ketahanan otot akan menetap 3-5 tahun yang kemudian akan berangsur-angsur turun.^{7,12}

9. Jenis kelamin

Kekuatan otot perempuan kira-kira 2 per 3 laki-laki.⁷ Selain itu, otot perempuan lebih kecil daripada otot laki-laki. Saat awal pubertas, testosteron akan meningkatkan massa otot, sedangkan estrogen cenderung menambah jaringan lemak.^{9,11,12} Sehingga secara umum daya tahan otot perempuan lebih rendah dari laki-laki.

10. Nutrisi

Cadangan glikogen sebagian besar bergantung pada dukungan nutrisi yang tepat. Diet tinggi karbohidrat akan memberikan lebih banyak cadangan dalam otot dibanding diet campuran maupun tinggi lemak.¹²

II.3.1. Tipe Daya Tahan Otot

Daya tahan otot dibagi menjadi 3 tipe berdasarkan metabolisme otot, yaitu:

a. Power endurance

Daya tahan otot ini digunakan pada jangka waktu singkat kurang dari 30 detik untuk menjaga daya ledak otot tetap tinggi. Energi yang digunakan diperoleh melalui sistem fosfagen.^{13,15,16}

b. Short term endurance

Untuk olahraga yang membutuhkan ketahanan kontraksi otot selama 30 detik sampai 2 menit, digunakan daya tahan otot jangka pendek. Jenis daya tahan otot ini menggunakan metabolisme sistem glikogen-asam laktat untuk memperoleh energi.^{13,15,16}

c. Long term endurance

Daya tahan otot jangka panjang bermanfaat bagi olahraga-olahraga yang berlangsung kontinyu. Digunakan untuk mempertahankan kontraksi otot lebih dari 2 menit. Jenis daya tahan otot ini memperoleh energi dari metabolisme sistem aerobik.^{13,15,16}

II.3.2. Kelelahan Otot

Otot yang cepat lelah dikatakan mempunyai ketahanan yang rendah.^{6,7} Kelelahan otot merupakan akibat dari ketidakmampuan kontraksi dan metabolisme serat-serat otot untuk terus memberi hasil kerja yang sama. Ketidakmampuan tersebut disebabkan oleh gangguan pada:

a. Sistem saraf

Saraf tidak dapat mengirimkan impuls ke otot sehingga otot tidak berkontraksi.⁷

b. *Neuromuscular junction*

Kelelahan semacam ini biasa terjadi pada *fast twitch fibers*. *Chemical transmitter* yang berkurang mengakibatkan impuls tidak dapat diteruskan.⁷

c. Mekanisme kontraksi

Kontraksi otot yang kuat dan lama dapat menyebabkan kelelahan otot. Kelelahan otot pada atlet berbanding lurus dengan penurunan kreatin fosfat, glikogen, dan ATP otot. Sedikitnya jumlah zat-zat tersebut mengakibatkan mekanisme kontraksi tidak dapat menghasilkan energi.⁷

d. Sistem saraf pusat

Gangguan lokal sistem sensorik mempengaruhi pengiriman impuls ke susunan saraf pusat. Hal ini dapat menyebabkan hambatan ke sistem motorik sehingga kerja otot menurun.⁷

II.4. LATIHAN FISIK

Latihan fisik merupakan salah satu komponen *training* selain latihan teknik, latihan taktik dan latihan mental.^{3,9,15} Tujuan umum *training* adalah untuk mempersiapkan atlet menghadapi pertandingan. Sedangkan latihan fisik dilakukan guna mengembangkan dan meningkatkan kondisi fisik atlet dengan 9 unsur kesegaran jasmani sebagai parameter.

Untuk mencapai hasil optimal, latihan fisik harus dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

1. Pemanasan (*warm up*)

Pemanasan berfungsi untuk mengurangi cedera. Selain itu, dapat dicapai manfaat latihan yang lebih baik karena otot yang telah siap lebih produktif daripada otot yang mulai dari keadaan relaksasi.⁷

Tahap pemanasan dianggap selesai jika sudah terjadi peningkatan temperatur tubuh sebesar 1-2 derajat *celcius* atau ditandai dengan keluarnya keringat.^{3,7,8}

2. Latihan inti

Dalam latihan inti, dilakukan pengarahan terhadap tujuan yang ingin dicapai. Tujuan yang dimaksud adalah unsur kesegaran jasmani dan bagian tubuh.^{3,7,8}

3. Pendinginan (*cool down*)

Pada pendinginan dilakukan gerakan fisik dengan intensitas yang menurun secara bertahap hingga semua fisiologi tubuh kembali ke keadaan sebelum berolahraga.^{3,7,8}

II.4.1. Latihan Fisik Terprogram

Suatu latihan fisik dapat dikategorikan sebagai latihan fisik yang terprogram jika meliputi faktor-faktor di bawah ini:

a. Intensitas latihan

Intensitas latihan merupakan faktor utama yang mempengaruhi efek latihan terhadap fisiologi tubuh.¹⁷

Program latihan yang baik dimulai dari intensitas minimal kemudian ditingkatkan bertahap agar terbentuk adaptasi.³

Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan untuk menentukan intensitas latihan, antara lain:

- i. Jenis kelamin
- ii. Usia
- iii. Status kesehatan

Perlu dilakukan pemeriksaan fisik pada setiap atlet sebelum mengikuti program latihan untuk menilai respon fisiologi tubuh terhadap beban yang akan diberikan.¹⁸ Pemeriksaan sederhana yang sering dilakukan adalah tes jalan, yaitu dengan menghitung jumlah nadi setelah atlet jalan cepat 5 menit dilanjutkan istirahat 10 menit. Jika denyut nadi kurang dari 100 kali per menit, dinyatakan baik. Namun jika lebih, dinyatakan kurang baik dan perlu pemeriksaan lebih lanjut.^{3,7,11,15}

Selain itu, juga dipertimbangkan kesukaran jasmani, misalnya pada atlet yang sedang cedera.

b. Tipe latihan

Tipe latihan akan memberikan efek secara spesifik pada fisiologi tubuh. Sebagai contoh, *sit up* berefek pada otot perut, lari jauh berefek pada kardiovaskuler, dan sebagainya.

c. Lama latihan

Lama latihan berhubungan terbalik dengan intensitas latihan. Latihan dengan intensitas yang tinggi dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat, begitupula sebaliknya. Untuk mendapat efek optimal suatu latihan tanpa risiko cedera, dianjurkan latihan ini selama 30 menit setiap hari.⁷

d. Frekuensi latihan

Frekuensi latihan adalah jumlah ulangan latihan, biasanya dalam 1 minggu. Tiga kali seminggu merupakan frekuensi yang optimal. Salah satu poin penting adalah jarak antarlatihan tidak lebih dari 2 hari. Latihan otot 15 hari sekali hampir tidak memberi efek.⁴

Frekuensi latihan berhubungan dengan intensitas dan lama latihan. Makin lama dan makin tinggi intensitas tiap latihan, akan semakin sedikit frekuensi latihan tiap minggu.

e. Peningkatan latihan

Tubuh akan mengadakan reaksi terhadap stimulus yang diberikan dalam bentuk tingkat kesegaran jasmani. Latihan terprogram bertujuan untuk meningkatkan kesegaran jasmani, oleh sebab itu harus dilakukan peningkatan stimulus latihan.¹⁹

Kelima faktor di atas harus dalam porsi yang tepat. Jika porsinya berlebihan, akan berbahaya dan berisiko menyebabkan cedera. Sedangkan jika kurang, latihan yang dilakukan akan tidak bermanfaat.³

II.4.2. Latihan Daya Tahan Otot

Daya tahan otot dibutuhkan agar tubuh mampu melanjutkan suatu aktivitas dalam waktu yang lama. Oleh karena itu, bentuk latihan yang digunakan untuk meningkatkan daya tahan otot ialah latihan interval (*interval training*).⁷ Latihan interval berlangsung untuk waktu yang lama serta terdiri dari aktivitas yang berlangsung secara bergantian antara interval kerja dengan interval istirahat. Interval istirahat yang diterapkan adalah interval istirahat pendek atau sedang.⁴ Latihan dilakukan berulang-ulang dan pada tahap tertentu disertai dengan peningkatan beban latihan.⁷ Hal ini dilakukan untuk memberi adaptasi otot yang pada akhirnya bertujuan membentuk efisiensi otot. Dapat disimpulkan bahwa latihan daya tahan otot memerlukan waktu yang lama dengan intensitas ringan hingga sedang.

a. Manfaat latihan daya tahan otot

Dalam kaitannya dengan metabolisme otot, latihan daya tahan otot diperlukan dalam:¹¹

- a. Mempertahankan daya ledak otot tetap tinggi pada gerakan berulang.
- b. Menanggulangi kelelahan melalui peningkatan toleransi pembentukan asam laktat.
- c. Mempercepat pembongkaran asam laktat untuk mempercepat pemulihan otot dari kelelahan.
- d. Membentuk adaptasi otot terhadap aktivitas yang lama dengan periode istirahat yang singkat.

b. Jenis latihan daya tahan otot

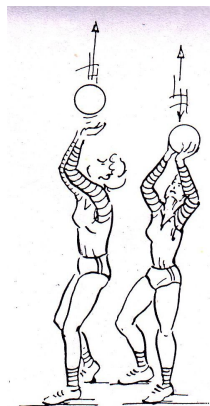
Seorang atlet bola voli sangat membutuhkan daya tahan otot yang tinggi, terutama pada otot ekstremitas superior, punggung, dan dada. Daya tahan otot tubuh bagian atas diperlukan karena sebagian besar gerakan dan teknik dasar olahraga bola voli ditentukan oleh kerja otot-otot tersebut, seperti *service*, *pass play*, *block*, dan *spike*.^{8,9}

Jenis latihan yang dapat meningkatkan daya tahan otot tubuh bagian atas antara lain:^{4,20,21}

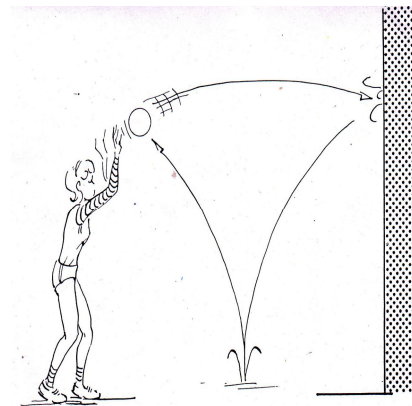
i. Passing

Pasing atas

1. Dapat dilakukan dengan 1 atau 2 tangan.
2. Tangan diposisikan dekat dahi dengan siku membentuk segitiga.
3. Bola dilambungkan ke atas atau dipantulkan ke dinding.
4. Ketika bola turun, bola disentuh dan dilambungkan / dipantulkan lagi.
5. Durasi gerakan 8-25 kali dengan 3 kali pengulangan.



a.



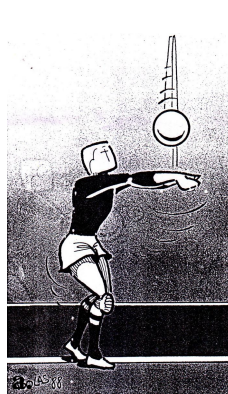
b.

Gambar 1. *Passing* atas. a. *Passing* atas standar; b. *Passing* atas ke dinding

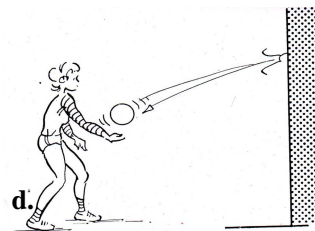
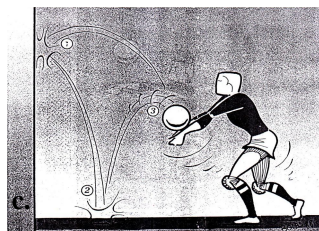
Passing bawah

1. Dapat dilakukan dengan 1 atau 2 lengan.
2. Lengan diulurkan. Sudut antara badan dan lengan sebesar 45 derajat.
3. Mengayunkan lengan sehingga bola melambung ke atas atau memantul ke dinding.
4. Ketika bola turun, bola disentuh dan dilambungkan / dipantulkan lagi dengan tangan.
5. Frekuensi gerakan 8-25 kali dengan 3 kali pengulangan.

a



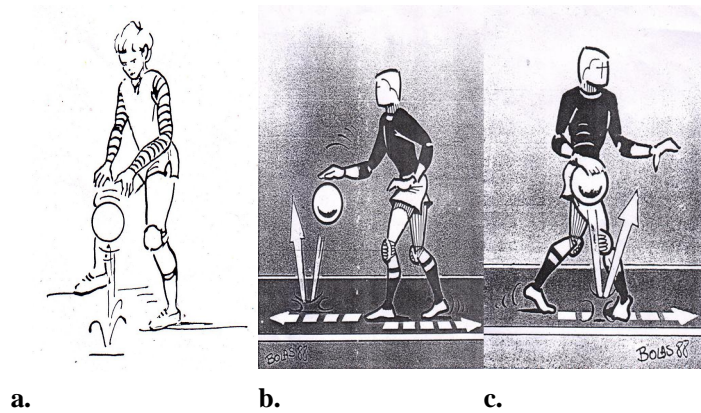
b.



Gambar 2. *Passing bawah*. a. *Passing atas* dua tangan standar; b. *Passing atas* satu tangan standar; c. *Passing atas* dua tangan ke dinding; d. *Passing atas* satu tangan ke dinding

ii. Dribbling

1. Dapat dilakukan dengan 1 atau 2 tangan.
2. Bola dipantulkan ke lantai.
3. Posisi tubuh bisa tetap atau bergerak (depan-belakang / kiri-kanan).



Gambar 3. *Dribbling*. a. *Dribbling* standar; b. *Dribbling* depan; c. *Dribbling* samping

iii. Dumblling

1. Salah satu atau kedua tangan mengangkat beban 15 persen kekuatan maksimal otot (1-5 kg).
2. Frekuensi gerakan 15-20 kali dengan 3 kali pengulangan.

Gambar 4. Dumblle

II.4.3. Latihan Fisik Atlet Perempuan

Usia anak-anak adalah masa seseorang paling banyak melakukan gerak.^{21,22} Penelitian menunjukkan bahwa secara fisiologis anak-anak tanggap terhadap latihan fisik^{11,22} Oleh karenanya, masa-masa itulah merupakan waktu yang tepat untuk pembinaan bakat dan minat dalam bidang olahraga.

Jumlah latihan yang sedang hingga besar diperlukan untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan normal anak.¹¹ Latihan fisik yang panjang dapat mempengaruhi secara positif perkembangan sistem fisiologi tertentu, namun latihan yang ekstrim dapat berpengaruh negatif pada pertumbuhan dan perkembangan rangka.¹¹

Latihan dapat meningkatkan kekuatan otot anak perempuan maupun laki-laki yang secara tidak langsung akan meningkatkan daya tahan ototnya. Dengan intensitas latihan yang sama, peningkatan pada anak perempuan lebih banyak dibandingkan pada laki-laki.⁷ Latihan ketahanan digunakan beban yang relatif ringan dengan frekuensi yang relatif banyak.¹¹

Sangat memungkinkan bagi remaja putri untuk bertanding dengan remaja putra asal tidak banyak perbedaan berat dan keterampilan. Olahraga putri dipisahkan dengan putra karena kemungkinan timbulnya cedera.⁷

II.4. TES DAYA TAHAN OTOT

Salah satu aspek penting dalam pembinaan prestasi olahraga adalah menilai efek latihan, yaitu evaluasi terhadap kemajuan yang dicapai atlet setelah melakukan suatu program latihan.³ Ada 2 jenis tes daya tahan otot, yaitu:

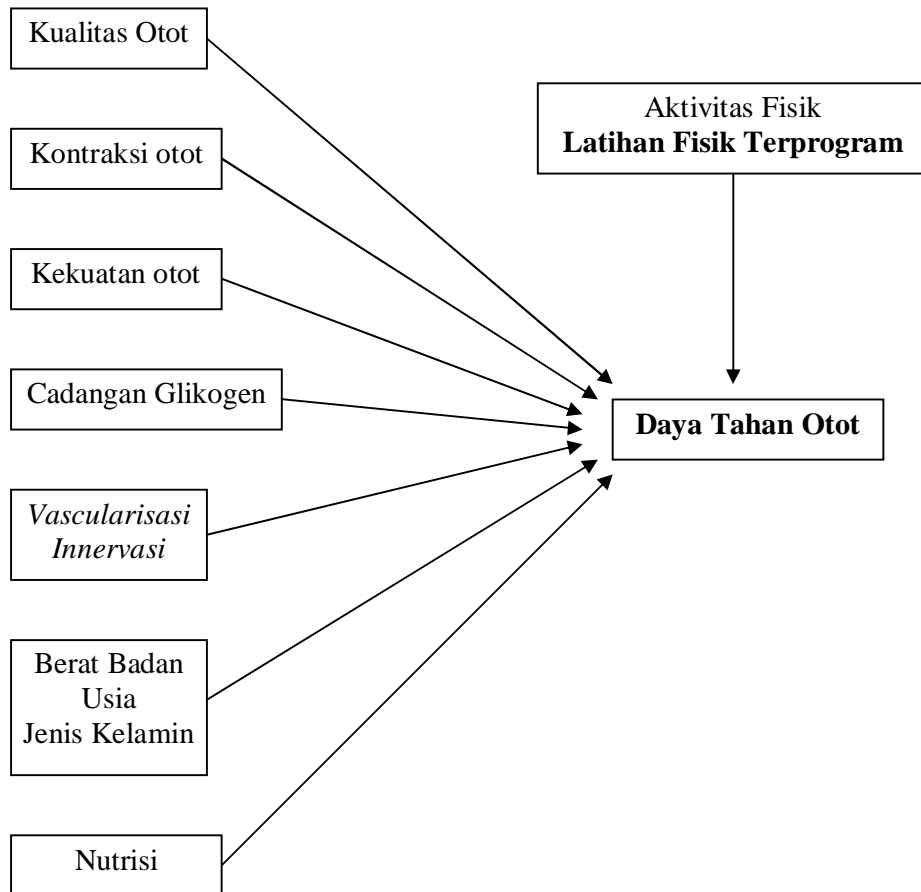
a. Tes daya tahan otot dinamis

Tes ini digunakan untuk melihat berapa banyak jumlah suatu gerakan yang dapat dilakukan pada suatu waktu (bisa dalam jangka waktu tertentu maupun untuk waktu yang tidak terbatas). Contoh tes ini antara lain *puh-up test* dan *sit-up test*.^{5,11,23}

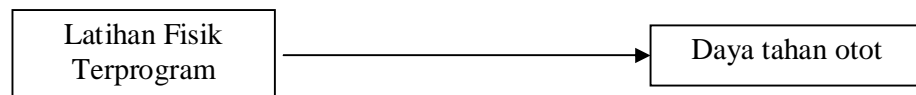
b. Tes daya tahan otot statis

Pada tes ini akan dinilai kemampuan otot untuk mempetahankan suatu posisi hingga waktu yang tak terbatas. Contoh tes ini adalah *arm-hang test*.^{5,11,23}

II.5. KERANGKA TEORI



II.6. KERANGKA KONSEP



II.7. HIPOTESIS

II.7.1. Hipotesis Mayor

Latihan fisik terprogram selama 12 minggu pada siswi Sekolah bola Voli Tugu Muda Semarang usia 9-12 tahun dapat menyebabkan peningkatan daya tahan otot.

II.7.2. Hipotesis Minor

1. Daya tahan otot setelah latihan fisik terprogram selama 12 minggu lebih tinggi dibanding sebelum latihan.
2. Tidak terdapat peningkatan daya tahan otot selama 12 minggu tanpa latihan fisik terprogram.
3. Perubahan daya tahan otot kelompok yang melakukan latihan fisik terprogram lebih tinggi daripada yang tidak melakukan latihan fisik terprogram.